

Etude des conséquences
sanitaires des modes de
gestion des matières fécales :
Analyse de filières de séparation à
la source

LATTS

leesu

laboratoire eau environnement systemes urbains



OCAPI

LEESURIALES

Paul Minier

11/06/2022

Ecole des ponts ParisTech

Co-direction de thèse : Bruno TASSIN
(LEESU) & Konstantinos CHATZIS (LATTS)

Co-encadrement : Fabien ESCULIER
(LEESU)

Contexte

Grande diversité d'organisme
mutualisme, parasitisme

Origines variées (humaine, animale,
environnementale)

Entrées : bouche (eau, aliments, surfaces)
nez (inhalation)
peau (plante des pieds)

Sorties : fèces
vomissements

Quelles sont les conséquences de ces
organismes sur la santé publique ?

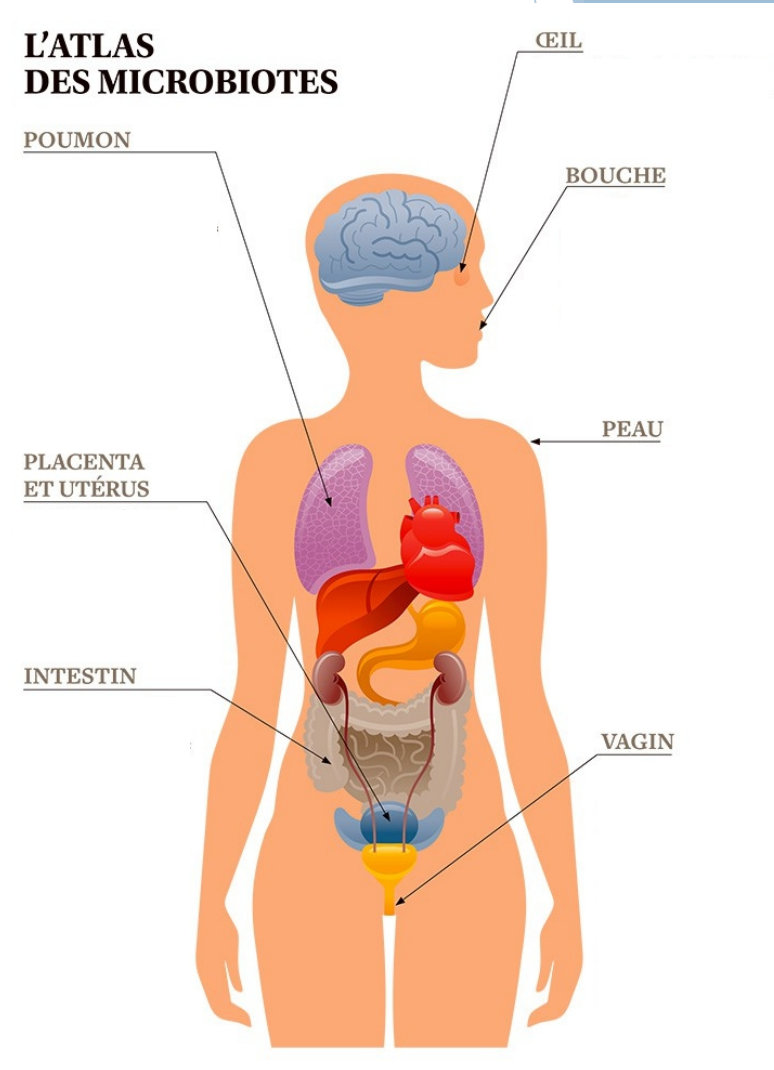


Fig. 1 : Atlas des microbiotes

Contexte

L'évacuation des eaux usées par le tout-à-l'égout est considérée, avec l'introduction de l'eau propre, comme l'une des plus grandes avancées médicales depuis 1840 (Ferriman, 2007)

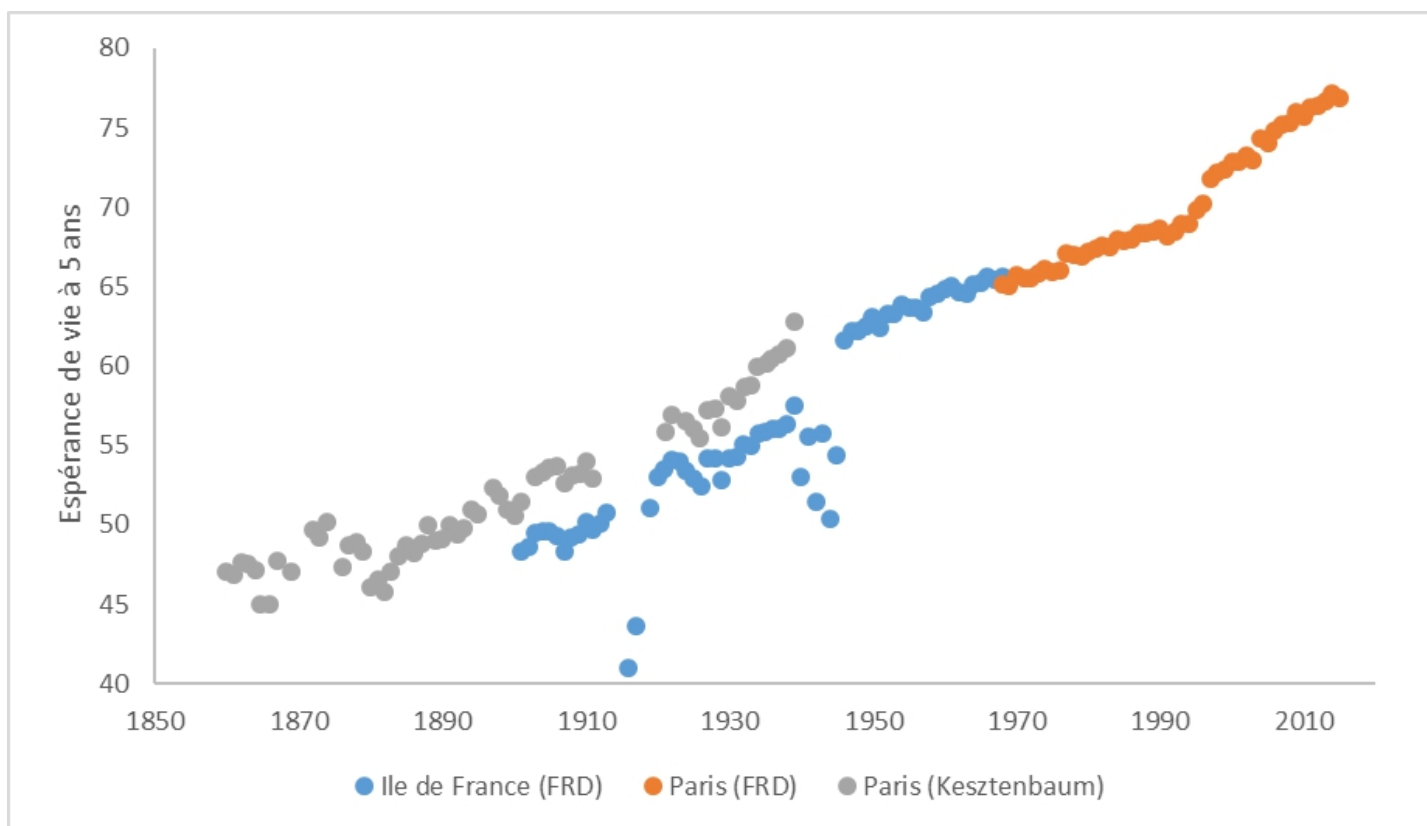


Figure 2 Evolution de l'espérance de vie à 5 ans en île de France et à Paris de 1860 à 2015
Sources : (Bonnet, F. 2020). (Kesztenbaum données personnelles).

Changement dans les profils de mortalité fin 19^{ème} siècle et au 20^{ème} siècle

Plusieurs facteurs : eau potable, salubrité des logements, hygiène, médecine, l'alimentation

Quels ont été les effets du TAE dans cette transition ?

Contexte

D'après la définition de l'OMS, le TAE peut être considéré comme une manière de gérer les fèces humaines en toute sécurité si les eaux usées sont acheminées vers une station d'épuration assurant un traitement secondaire ou supérieur (WHO and UNICEF, 2021).

Cette définition ne prend pas en compte explicitement les voies de transmission des pathogènes

Le TAE peut-il être considéré comme une manière de gérer les fèces en toute sécurité ?

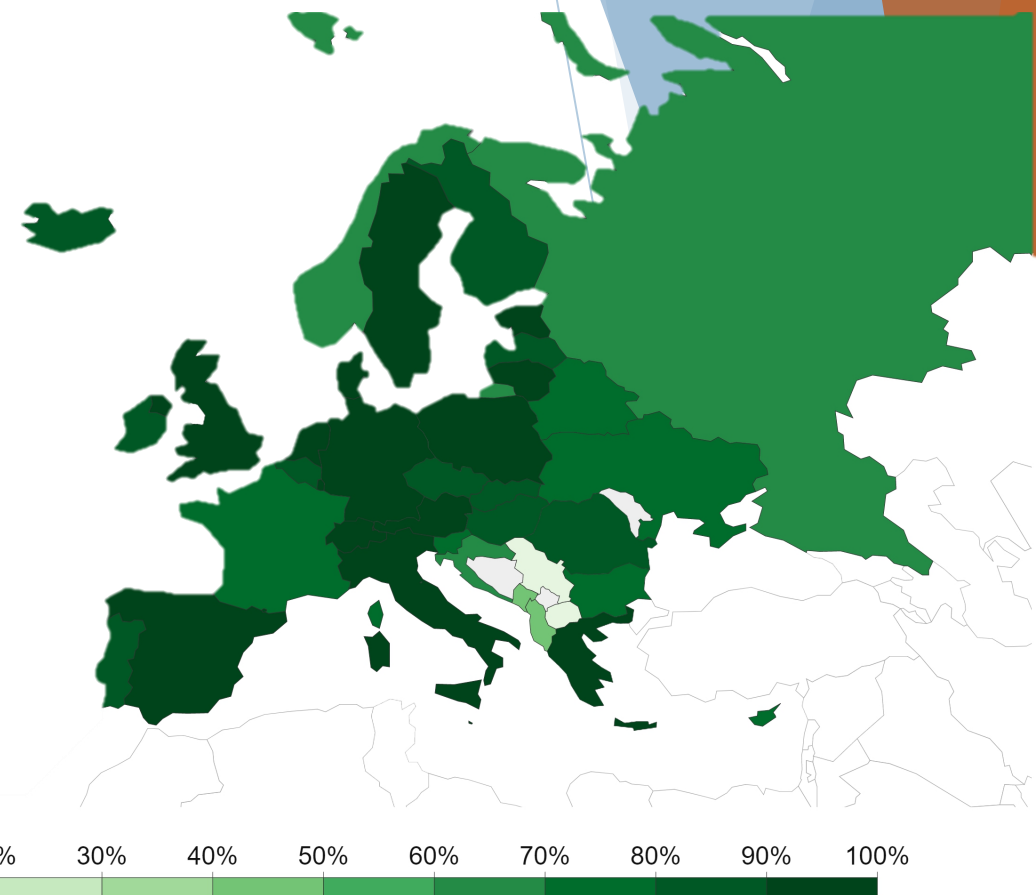


Figure 3 Pourcentage de la population ayant accès à un système d'assainissement géré en toute sécurité

Contexte

Non soutenabilité de la gestion des excréments par le tout-à-l'égout (peu de valorisation des nutriments)

Développement de nouvelles filières de gestion par séparation à la source plus robustes et plus sobres

Ces nouvelles filières présentent-elles un risque de transmission d'organismes potentiellement pathogènes au sein de la population ?

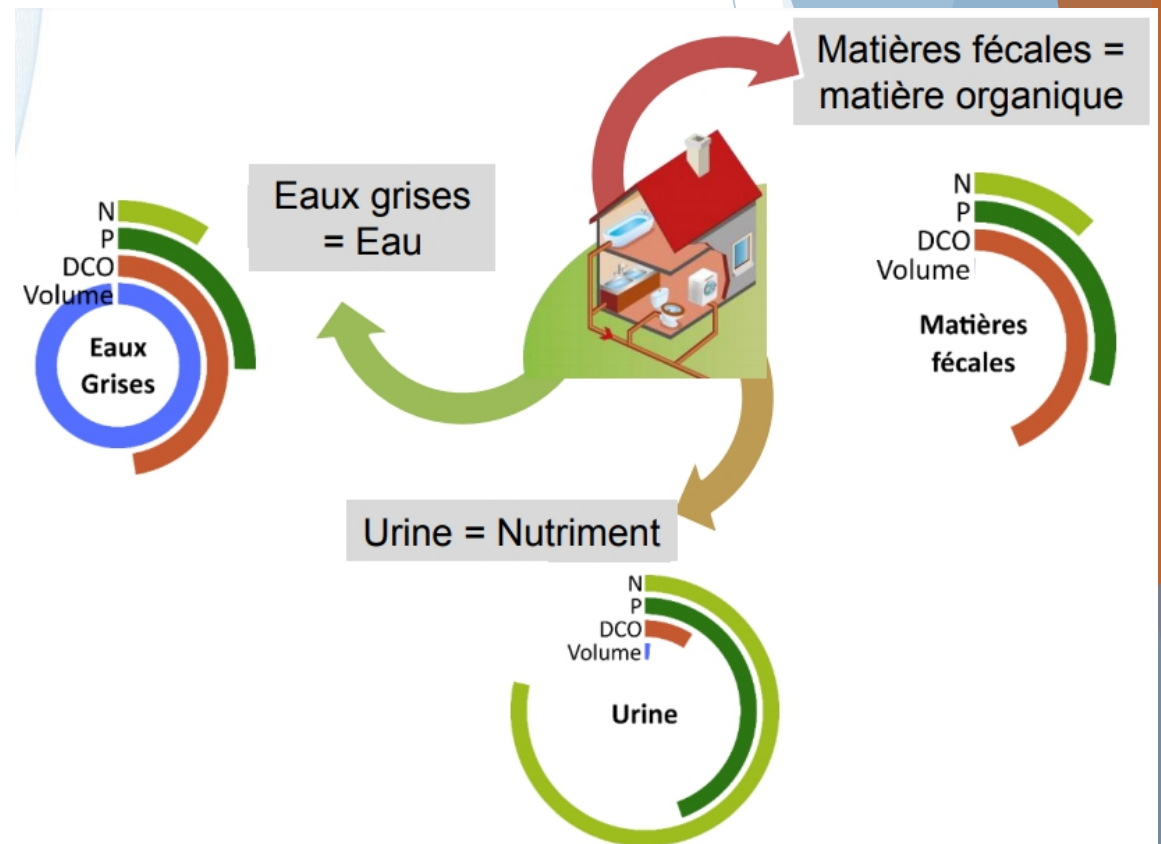


Figure 3 : Mathilde Besson, Mathieu Spérandio, Etienne Paul, Sylvaine Berger, Ligia Tiruta-Barna, Séparation à la source: une alternative pour une meilleure gestion de l'eau en ville, *communication orale, JTED 2019, disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03340894>*

Méthodologie

Problématique : dans les pays déjà équipés d'égout, dans quelle mesure des gestions des matières fécales alternatives au tout-à-l'égout sont-elles susceptibles de constituer un progrès en matière de salubrité publique ?

Quelles sont les conséquences des organismes entériques sur la santé publique ?

- 📖 Une analyse sur les revues de littérature sur la transmission des maladies entériques dans le paradigme du tout-à-l'égout en particulier concernant le cas français :
 - rapports d'organismes de santé tels que Santé Publique France (SPF), les centres nationaux de références (CNR) ou les agences régionales de santé (ARS)
 - entretiens avec des professionnels de santé appartenant aux organismes cités ci-dessus

Méthodologie

Quels ont été les effets du TAE dans la transition épidémiologique ?

- 📖 Analyse des travaux d'historiens sur le passage de la ville de Paris au TAE
- 📖 Une recherche bibliographique non systématique afin de connaître la position des auteurs dans la littérature

Méthodologie

🔍 Le TAE peut-il être considéré comme une manière de gérer les fèces en toute sécurité ?

Recherche bibliographique systémique par mots clefs

3 groupes de mots pour définir :

-Le risque sanitaire : agents biologiques entériques/exposition

-Le maillon de la chaîne de gestion

Utilisation des connecteurs OR et AND

Risque dû à des pathogènes entériques	Risque d'exposition
pathogen, diarrhoeal disease , diarrhoea, waterborne pathogens, fecal, diarrhea, diarrheal disease	contamination, transmission, exposition, exposure

Chaîne de gestion				
Toilette	Egout	STEU	Boues d'épuration	Eaux traitées
toilet	sewer, sewerage, sewage workers, CSO, combined sewer overflow	wastewater treatment plant , treatment plant	sludge	treated wastewater, wastewater effluent, treatment plant effluent, wastewater discharge

Méthodologie

Les filières de séparation à la source présentent-elles un risque sanitaire biologique pour la population ?

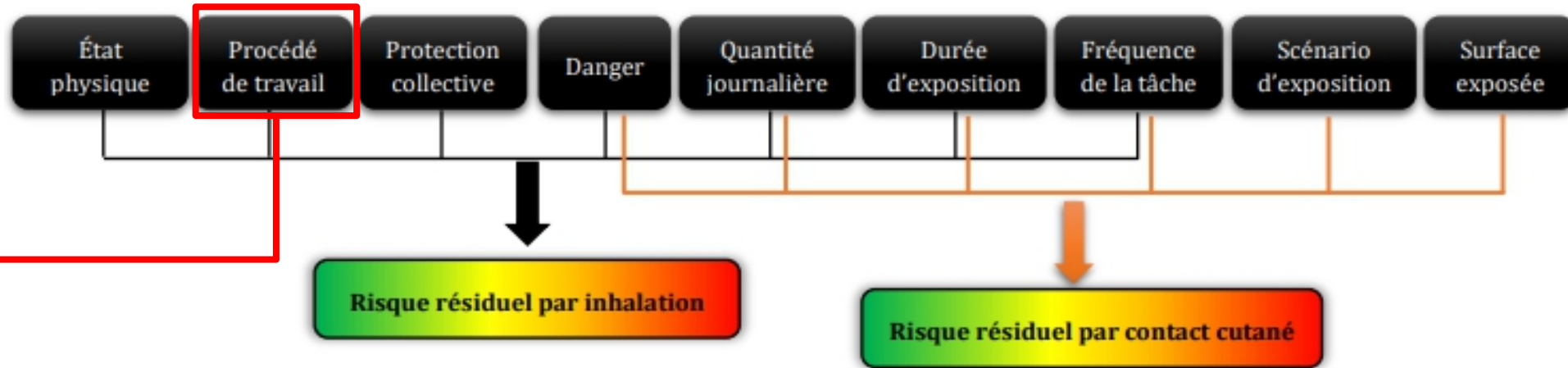
Recensement des filières alternatives de gestion les plus pertinentes (distance géographique et contexte d'implantation)

Réalisation d'enquêtes de terrain : description fine de la filière

Evaluation qualitative du risque basée sur une méthodologie existante

Méthodologie

Evaluation qualitative du risque







Bandes de procédés	P1	P2	P3	P4
Type	Totalement fermé/clos	Fermé, mais quelques fois ouvert	Ouvert	Émissif/dispersif
				
Score	0,3	0,6	0,8	1

Figure 4 Élaboration d'une méthodologie d'évaluation qualitative du risque biologique. Burzoni, S., 2021.

Epidémiologie des maladies infectieuses entériques

21 millions de cas de gastro-entérites annuelles

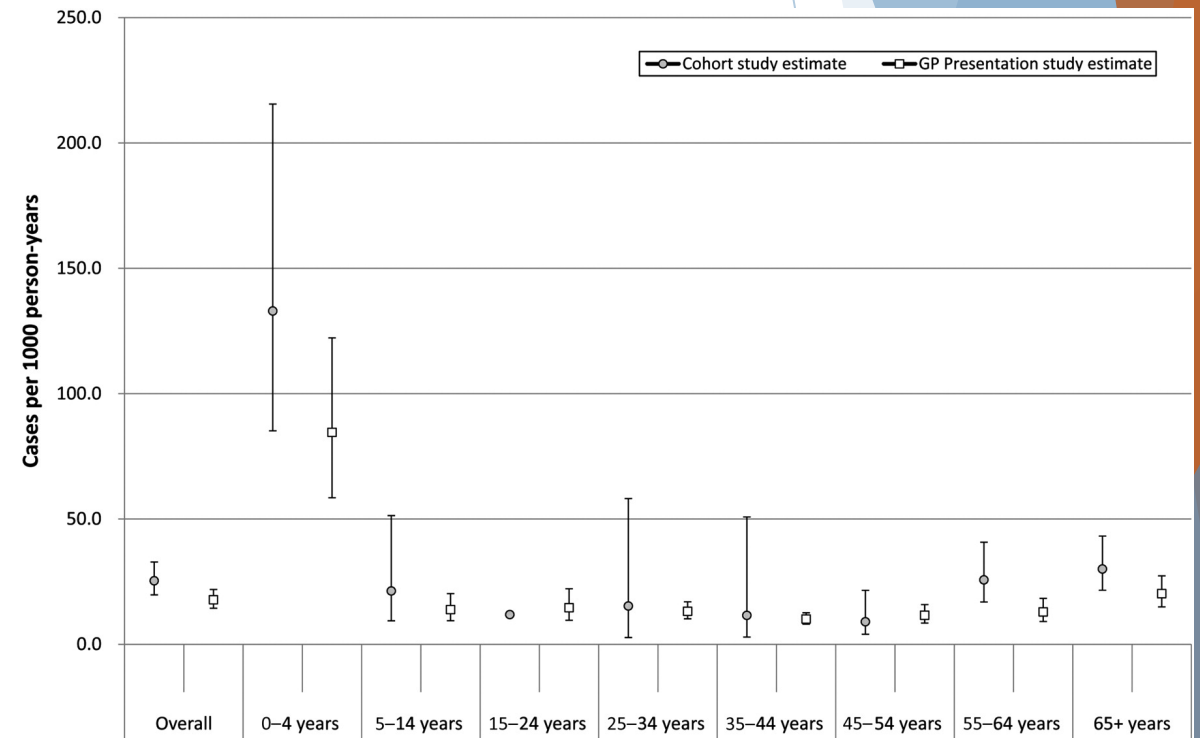
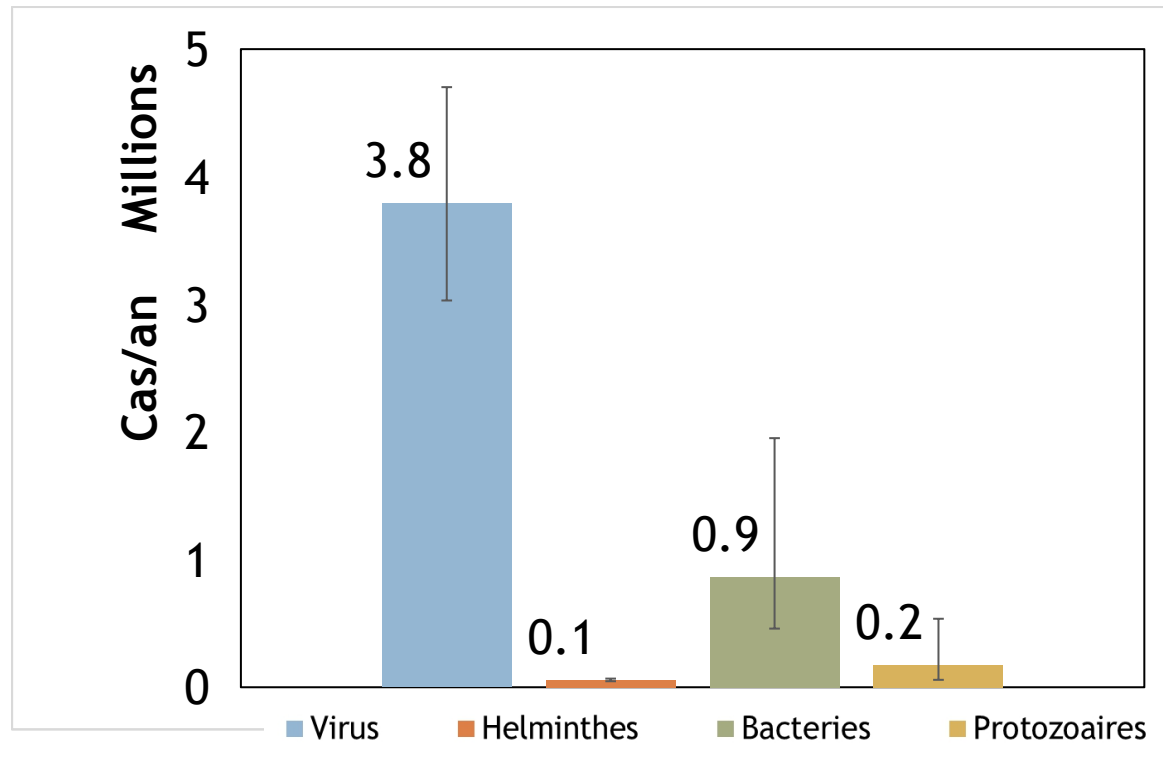
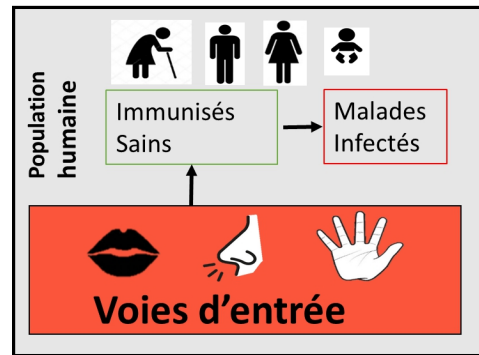
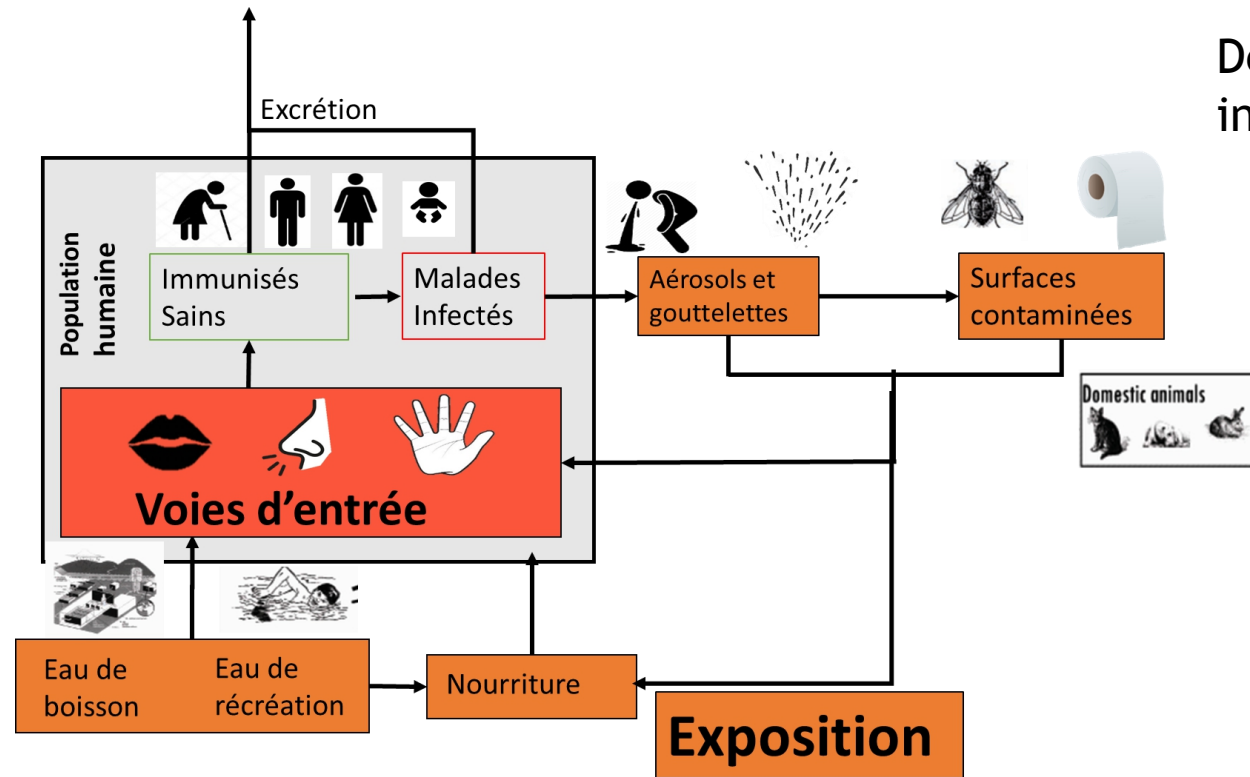


Figure 5 Nombre de malades en France par an et par groupe d'organismes dont l'étiologie est connue et estimés à partir des résultats issus de l'étude française (Van Cauteren, 2016) et anglaise (Tam et al., 2012) et les classes d'âge associées

Epidémiologie des maladies infectieuses entériques

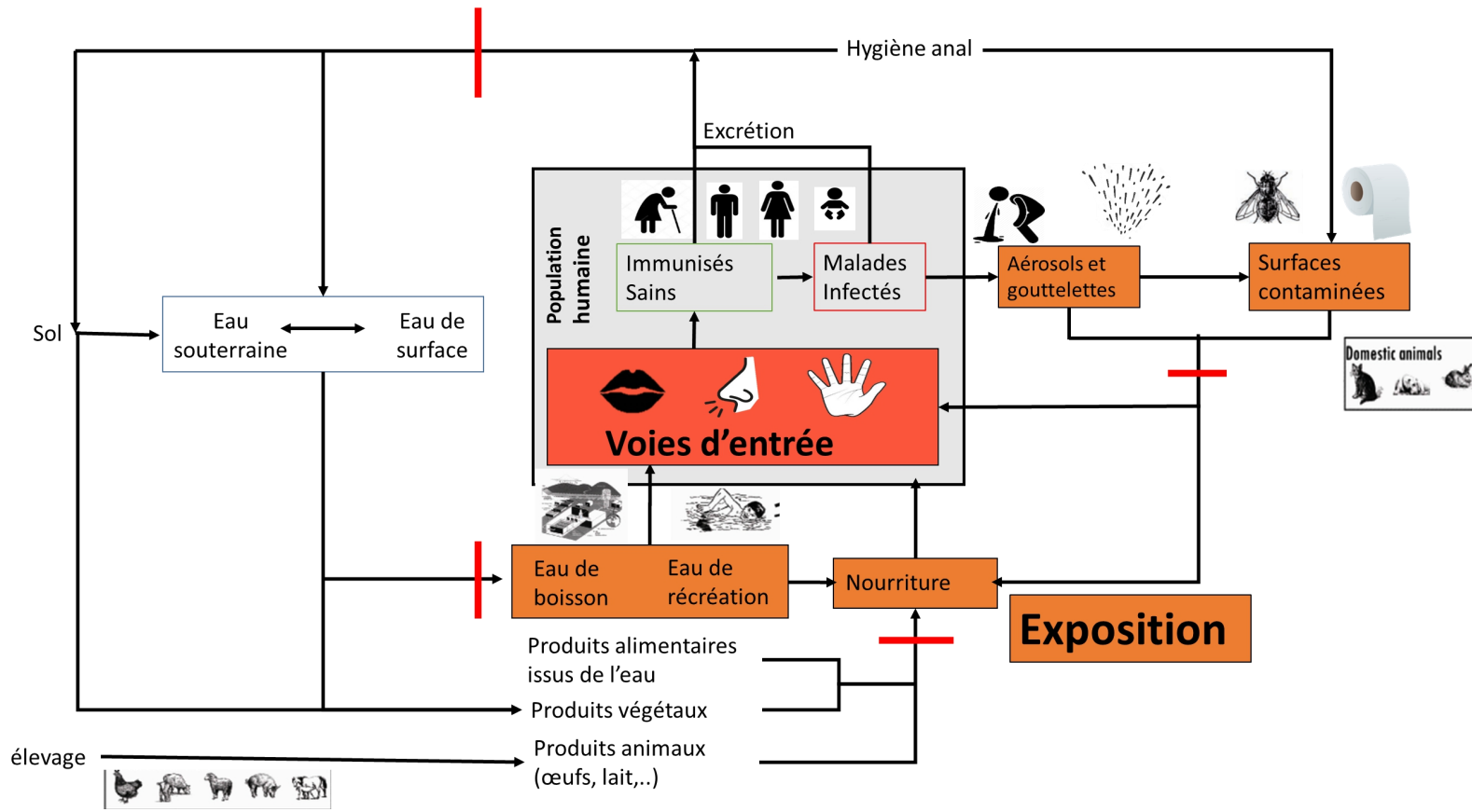


Epidémiologie des maladies infectieuses entériques



Des voies d'exposition multiples interdépendantes

Epidémiologie des maladies infectieuses entériques



Des voies d'exposition multiples interdépendantes

Une transmission dépendant de :

- comportements individuels (hygiène)

- de technologies (traitement de l'eau potable, gestion saine des fèces)

Epidémiologie des maladies infectieuses entériques

Virus :

Norovirus, Rotavirus, Sapovirus

Homme comme seul réservoir

Dissémination inter-personnelle

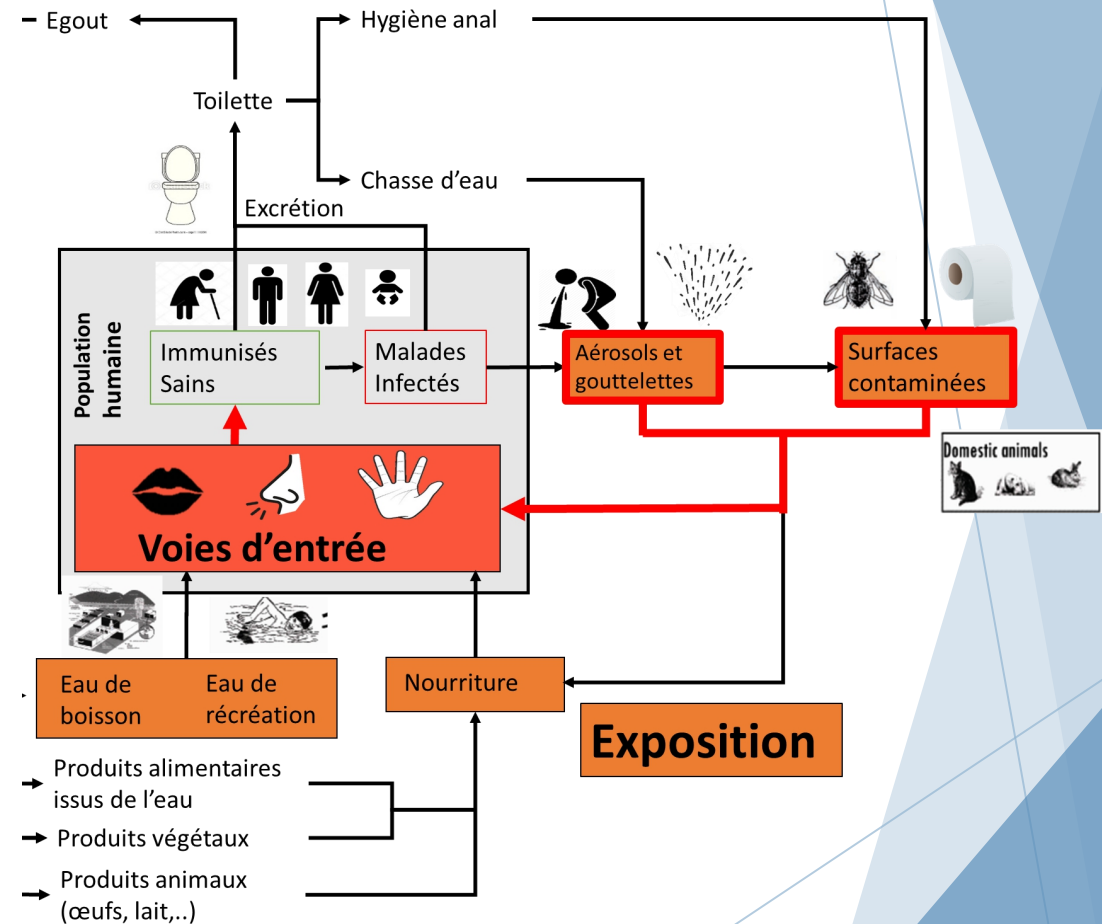


Figure 7 Voies majoritaires de transmission des virus entériques humains

Les conséquences du passage au TAE

🔍 Recherche non systématique : 12 études analysées

🔍 Des méthodologies différentes :

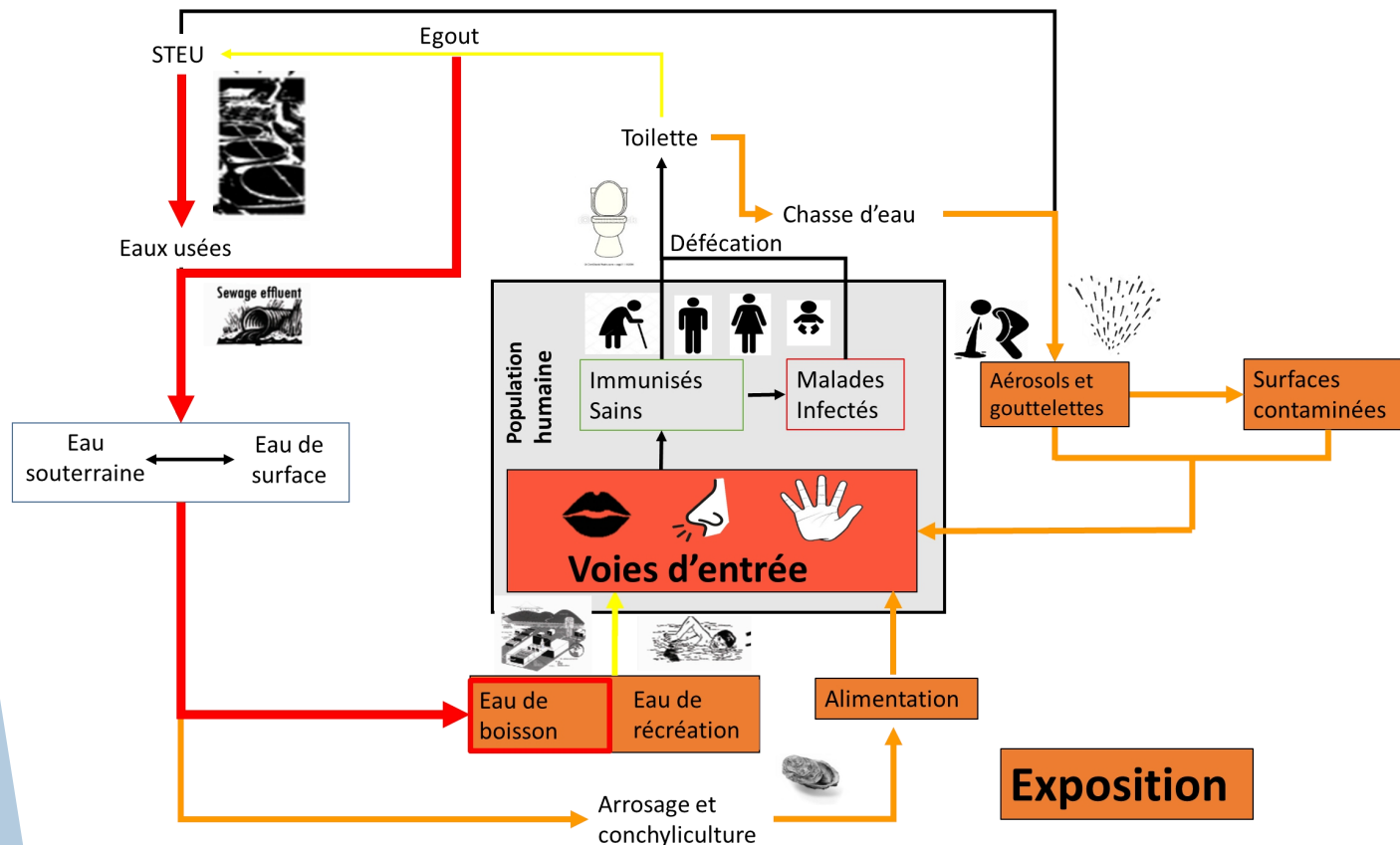
Tableau 2 : Différences méthodologiques des articles étudiés

Facteurs	Mesures	Echelles	Mise en place	Indicateurs	Age	Période
Raccordement à l'eau, à l'égout, technologie de traitement (filtration, chloration), qualité du service (intermittence)	Conjointes, séparées	Ville, pays, plusieurs pays	Date d'intervention, % de recouvrement	Espérance de vie, mortalité totale, maladies hydriques, typhoïde	tout âge, classe d'âge	1850-1935

Les conséquences du passage au TAE

- 🏠 Existence de preuves des effets bénéfiques de l'approvisionnement d'eau mais résultats discutables :
 - De 15% à 50% de réduction de la mortalité en fonction de la classe d'âge et des causes de mortalité
- 🏠 Preuves limitées concernant l'effet spécifique de la connexion des toilettes au TAE :
 - difficulté d'évaluer séparément les conséquences spécifiques de ces facteurs
 - Etudier les villes ayant mis en place tardivement le TAE par rapport à l'adduction d'eau potable (Copenhague (Svirejeva-Hopkins et al., 2011) ou Lyon (Scherrer, 1992)).

Les risques sanitaire du TAE



Un risque d'exposition aux aérosols et une contamination des surfaces à la toilette

Une contamination des eaux de surfaces par les débordements par temps de pluie et le rejet d'eaux usées contaminées (eaux traitées, mauvais raccordements)

Une contamination des eaux souterraines par les fuites des réseaux. Attention avec l'épandage des boues

Figure 8 : Voies d'exposition aux pathogènes entérique via le TAE. De rouge à jaune, le gradient de risque de transmission, rouge induisant un fort risque de transmission et jaune un risque faible

Evaluer le risque biologique des filières d'assainissement

Enquête exploratoire :

Recensement des sites utilisant des techniques alternatives :

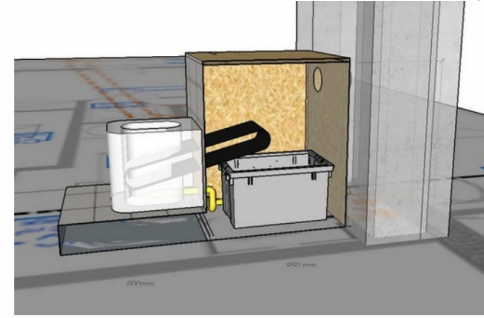
L'Ôôberge à Dôl-de-Bretagne : toilettes sèches avec tapis et compostage hors-site.

Coopérative équilibre à Cressy : toilettes sèches reliées à un composteur

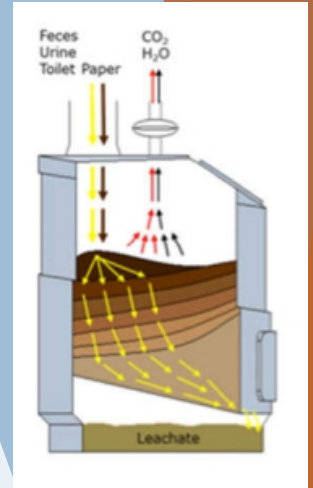
Fumainerie à Bordeaux : toilettes sèches et collecte porte à porte

Soubeyran, cacarousel, Aquatronc, Au Clair du Quartier

 Réalisation d'enquêtes de terrain afin d'appréhender la pratique



© Toilette sèche à tapis/ Association Ôôberge



Evaluer le risque biologique des filières d'assainissement

- 🚽 Des opérateurs différents : usager/gestionnaire
- 🚽 Alternance d'étape : stockage/transport/vidange
- 🚽 Plusieurs échelles : la gestion d'une toilette ou de toutes les toilettes
 - Pas les mêmes risques de transmission : contact avec des personnes différentes, fréquence et le temps de chaque tâche
- 🚽 Utilisation de matériel : lavage, autres usages
- 🚽 Prise en compte du risque des vecteurs : durée de stockage, enceinte fermé/ouverte

Conclusion

- ❏ La gestion des matières fécales par le paradigme WC-TAE ne peut pas être considérée comme salubre.
 - ne permet pas d'empêcher la transmission de pathogènes entériques au sein de la population
 - conduit à la contamination de l'environnement
- ❏ Notre étude remet en cause sa contribution historique à la diminution des MIE, l'adduction d'eau semblant avoir fortement contribué à cet effet.
- ❏ Reste à étudier le risque de transmission de MIE dans la population par des solutions alternatives

Merci pour votre
attention !